

NEARMISS CHECKING METHOD FOR ROBOT

Publication number: JP7036519

Publication date: 1995-02-07

Inventor: YAMAMOTO NAOKI; IKARI YOSHIMITSU

Applicant: KOBE STEEL LTD

Classification:

- international: B25J19/06; G05B19/4068; G05B19/4069; B25J19/06;
G05B19/406; (IPC1-7): G05B19/4068; B25J19/06

- european:

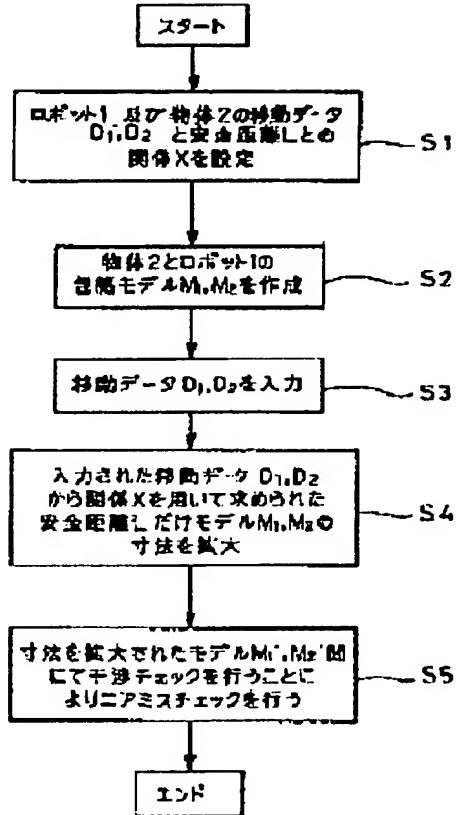
Application number: JP19930182665 19930723

Priority number(s): JP19930182665 19930723

[Report a data error here](#)

Abstract of JP7036519

PURPOSE: To increase the calculating speed by means of a simple computer in the nearmiss checking method for robots by returning an arithmetic operation to a known interference check calculation against a model which is magnified by an extent equal to a safe distance. **CONSTITUTION:** In a step S1, the relationship is previously set among a robot, the movement data D1 and D2 on the objects existing in a movable range of the robot, and a safe distance L. The distance L can evade the nearmiss among these robot and objects. In a step S2, the models M1 and M2 which envelope the robot and the objects are produced. In a step S3, both data D1 and D2 are inputted. In a step S4, the distance L is calculated based on the input data D1 and D2 and the relationship X and also the sizes of the robot and the objects are magnified by an extent equal to the distance L. In a step S5, the interference check is carried out in the sizes of the magnified models M1' and M2' so that the nearmiss is checked among the robot and the objects. Thus it is possible to perform an arithmetic operation at a high speed for the nearmiss check by means of a simple computer.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-36519

(43)公開日 平成7年(1995)2月7日

(51)Int.Cl.⁶

G 05 B 19/4068
B 25 J 19/06

識別記号

府内整理番号

F I

技術表示箇所

9064-3H

G 05 B 19/ 405

Q

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平5-18265

(22)出願日

平成5年(1993)7月23日

(71)出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号

(72)発明者 山本 直樹

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号

株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72)発明者 碇 賀充

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号

株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

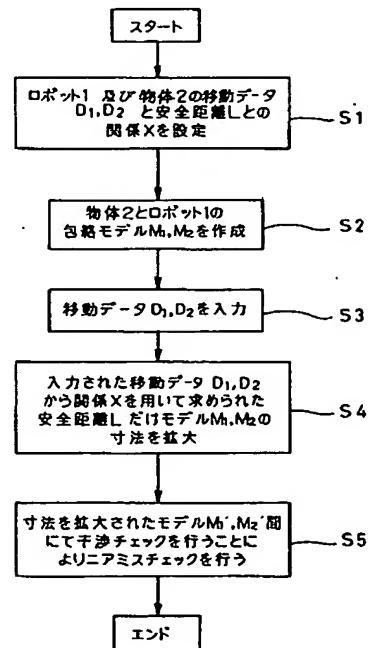
(74)代理人 弁理士 本庄 武男

(54)【発明の名称】 ロボットのニアミスチェック方法

(57)【要約】

【目的】 簡単な計算機を用いてニアミスチェックの演算を高速に行うことのできるロボットのニアミスチェック方法。

【構成】 本方法は、ロボット1及びロボット1の可動範囲内にある物体2の移動データD1, D2と、ロボット1及び物体2間のニアミス回避用の安全距離Lとの関係Xを予め設定しておき、ロボット1と物体2とをそれぞれ包絡したモデルM1, M2を作成し、移動データD1, D2を入力し、入力された移動データD1, D2から上記関係Xを用いて求められた安全距離Lだけロボット1及び/又は物体2のモデルの寸法を拡大し、拡大されたモデルM1', M2'の寸法にて干渉チェックを行うことによりニアミスチェックを行うように構成されている。上記構成により、簡単な計算機を用いてニアミスチェックの演算を高速に行うことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロボット及び該ロボットの可動範囲内にある物体の移動データと、ロボット及び物体間のニアミス回避用の安全距離との関係を予め設定しておき、上記ロボットと物体とをそれぞれ包絡したモデルを作成し、上記移動データを入力し、上記入力された移動データから上記関係を用いて求められた安全距離だけ上記ロボット及び／又は物体のモデルの寸法を拡大し、上記拡大されたモデルの寸法にて干渉チェックを行うことによりニアミスチェックを行うロボットのニアミスチェック方法。

【請求項2】 上記モデルの寸法を、該モデルを構成する面データ単位で拡大する請求項1記載のロボットのニアミスチェック方法。

【請求項3】 上記モデルの寸法を、該モデルを構成する点データ単位で拡大する請求項1記載のロボットのニアミスチェック方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はロボットのニアミスチェック方法に係り、例えばロボットのオフラインプログラミングシステム又はCADシステム等において使用される3次元モデル間のニアミスチェック方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 ロボットの動作を教示（プログラミング）するためには、通常、教示操作盤などを操作、あるいはロボットを人間が直接持って動かすことにより、ロボットを実際に移動させて、必要なポイントの位置座標等を教示記録してロボット制御データ（教示データ）を作成する。しかし、実際にロボットを動かして教示データを作成する上記方法では、ロボットの実作業を止めなければならず、また、操作も面倒なため、コンピュータを用いたオフラインプログラミング操作による方法が用いられることがある。このオフラインプログラミング操作による方法はロボット言語とよばれるロボットの動作を記述するプログラミング言語で記述したり、ロボットなどの3次元モデルをグラフィック表示画面上で操作しながら現実の実機ロボットに対する操作に類似の操作を行って教示データを作成・記録することによって行われる。ところで、オフラインプログラミングにおいては、実際にロボットを作動させて教示データを作ったものではないため、この教示データを用いて動作シミュレーションを行ってロボットの動作を確認する必要がある。この動作シミュレーションで、ロボットとワークあるいは周辺機器等との干渉をチェックすることを干渉チェックと呼ぶが、この確認作業を、ロボットやワークをグラフィックディスプレイ画面上に描画表示し、教示データに基づいてロボットの絵を時系列的に描画し、目視によって行うのは面倒である。そのため、ロボットやワークの

3次元数学モデルを用いて、前述の時系列的描画とともに、数学的にロボットとワークなどのモデル間に干渉がないかどうかを演算させることができて行われている。このような干渉検出演算は、モデルが複雑になると非常に時間がかかるため、計算の高速化のために各種工夫がなされている。尚、ロボットの動作確認では、ロボットとワーク間での干渉検出だけでなく、ロボットがワーク等に制限値を越えて接近し過ぎた場合も警告の意味で検出することが要求されることがある。この近接チェックをニアミスチェックと呼ぶ。従来ニアミスチェックは、前述のロボットモデルとワーク等のモデルとの間の最短距離を計算し、設定された制限値より小さいかどうかを判定することによって行われていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記したような従来のロボットのニアミスチェック方法では、ロボットモデルとワーク等のモデルとの間の最短距離を逐一計算しなければならないため、干渉チェックの時以上の時間がかかるてしまう。ところが、実際に教示データによるロボット動作を、シミュレーションによって確認する際には、干渉はしていないが、その危険性がある場合の検出が重要である。特に、ロボットの高速動作時のブレなどの現実的な誤差要因を考えると、厳密な干渉チェックだけでは不十分であり、上記ニアミスチェック機能は必須であると考えられる。したがって、このニアミスチェックの演算を高速に行う必要があり、このために従来は高速な演算速度を持つエンジニアリングワークステーション等を用いる必要があった。本発明は、このような従来の技術における課題を解決するために、ロボットのニアミスチェック方法を改良し、簡易な計算機を用いてニアミスチェックの演算を高速に行うことができるロボットのニアミスチェック方法を提供することを目的とするものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため本発明は、ロボット及び該ロボットの可動範囲内にある物体の移動データと、ロボット及び物体間のニアミス回避用の安全距離との関係を予め設定しておき、上記ロボットと物体とをそれぞれ包絡したモデルを作成し、上記移動データを入力し、上記入力された移動データから上記関係を用いて求められた安全距離だけ上記ロボット及び／又は物体のモデルの寸法を拡大し、上記拡大されたモデルの寸法にて干渉チェックを行うことによりニアミスチェックを行うロボットのニアミスチェック方法として構成されている。更には、上記モデルの寸法を、該モデルを構成する面データ単位で拡大するロボットのニアミスチェック方法である。更には、上記モデルの寸法を、該モデルを構成する点データ単位で拡大するロボットのニアミスチェック方法である。上記移動データには、ロボット及び物体の軌跡だけでなく移動速度や加減

速バターンなどが含まれる。更に、ロボットの軌跡には、手先を揺動させたり、センサ情報によって軌跡が変わったりする等の作業バターン、動作バターンも含まれる。

【0005】

【作用】本発明によれば、ニアミスチェックに先立ってロボット及び該ロボットの可動範囲内にある物体の移動データと、ロボット及び物体間のニアミスチェック回避用の安全距離との関係が予め設定されている。そして、上記ロボットと物体とをそれぞれ包絡したモデルが作成される。チェックに当って、まず上記移動データが入力される。上記入力された移動データから上記関係を用いて求められた安全距離だけ上記ロボット及び/又は物体のモデルの寸法が拡大される。上記拡大されたモデルの寸法にて干渉チェックが行われることによりニアミスチェックが行われる。このように、ロボットモデルと物体のモデルとの間の最短距離を逐一計算することなく、干渉チェックのみを行うことによりニアミスチェックを行うことができる。更に、上記モデルの寸法が、該モデルを構成する面データ単位で拡大される。更に、上記モデルの寸法が、該モデルを構成する点データ単位で拡大される。このように、モデルの寸法の拡大を面データ単位又は点データ単位で行えば、全寸法を一律に拡大する場合に比べてニアミスチェックの確度を高めることができる。その結果、簡単な計算機を用いてニアミスチェックの演算を高速に行うことのできるロボットのニアミスチェック方法を得ることができる。

【0006】

【実施例】以下添付図面を参照して、本発明を具体化した実施例につき説明し、本発明の理解に供する。尚、以下の実施例は本発明を具体化した一例であって、本発明の技術的範囲を限定する性格のものではない。ここに、図1は本発明の一実施例に係るロボットのニアミスチェック方法による概略動作手順を示す図、図2はロボット動作シミュレーション装置Aの概略構成図、図3はロボットモデルの表示例を示す図、図4はモデルの面データ単位の拡大例を示す図、図5はモデルの点データ単位の拡大例を示す図である。図1に示すごとく、本実施例に係るロボットのニアミスチェック方法は、ロボット1及び物体2の移動データD1, D2と、ロボット1及び物体2間のニアミス回避の安全距離Lとの関係Xを予め設定しておき(S1)、ロボット1と物体2との包絡モデルM1, M2を作成し(S2)、移動データD1, D2を入力し(S3)、入力された移動データD1, D2から関係Xを用いて求められた安全距離だけモデルM1, M2の寸法を拡大し(S4)、寸法拡大されたモデルM1', M2'間にて干渉チェックを行うことによりニアミスチェックを行う(S5)ように構成されている。図2は、このようなニアミスチェック方法を具現化する為のロボットシミュレーション装置Aの一例を示す

ものである。図2に示すごとくこの装置Aは主としてロボット1の作業対象となる物体2の3次元モデルを入力するデータ入力装置3(キーボード、マウス、フロッピーディスク等)と、ロボット1の教示シミュレーションを行う演算処理装置4(パーソナルコンピュータ等)と、シミュレーション中で用いる種々のデータを記憶するローカルメモリ(不図示)を用い、ロボット1の图形と物体2の图形とのニアミスの判別を行うニアミスチェック用のプロセッサ5と、その判別結果を表示しオペレータにニアミスが起こっているかどうかを知らせるシミュレーション表示装置9(グラフィックディスプレイ等)とから構成されている。

【0007】この装置Aの概略動作手順は以下の通りである。まず、オペレータが3次元データ入力装置3によって物体2の图形データやロボット1のエンドエフェクタの先端位置及び各教示点での作業命令行動などの教示データを入力する。演算処理装置4ではその動作教示部6及び動作シミュレーション部7においてプロセッサ5と通信できるようになっている。プロセッサ5によりニアミスがあると判定された場合には、演算処理装置4からの指示によって教示データが変更され、シミュレーション表示装置9により画面処理や音声処理が行われる。そして作成された教示データは演算処理装置4のデータ転送部8でフォーマット変換された後、ロボット制御盤(不図示)に転送される。この装置Aのプロセッサ5にて、図1に示すような一連の動作(ステップS1～S5)が実行される。図3はシミュレーション表示装置9の例えばグラフィックディスプレイ画面上に教示されるロボット1のモデル例を示すものである。図3(a)はロボット1を包絡したモデルの例であり、(b)はこのニアミスチェック用に作成した簡単モデルであり、(c)はニアミスチェック簡単モデルを更に安全距離L分だけ拡大したものである。この場合の拡大は、モデルの各面の法線方向になされているものを示す。ここで、ロボット1及び物体2の移動データD1, D2と安全距離Lとの関係Xについて概略説明する。既述の如く、ロボットの動作確認では、ロボット1と物体2との間の衝突の検出だけでなく、ロボット1が物体2に制限値を越えて接近しすぎた場合も警告の意味で検出することが要求される。この制限値は、常に一定の値ではなく、ロボット1及び物体2の軌跡、移動速度等の移動データD1, D2により変化するものである。例えば、ロボット1の軌跡が半径Rの曲率を持ったものであり、静止した物体2(この場合の移動データD2はゼロデータとなる)の近傍をロボット1が速度Vで通過する時、ロボット1には V^2/R に比例する遠心力が働き、この遠心力によりロボット1がブレて物体2に接近することがある。このロボットのブレの他、物体2の据え付け誤差なども安全距離Lに加味する必要がある。このような移動データD1, D2と安全距離Lとの関係Xは予め解析又

はシミュレーションにより求めておくことができ、この関係Xをプロセッサ5のローカルメモリに記憶させておくことができる。次に、移動データD1, D2を入力するが、移動データD1, D2は装置Aの動作教示部6及び動作シミュレーション部7で使用されるデータに含まれているので、このデータを用いればよい。そして、入力された移動データD1, D2に対する安全距離Lをローカルメモリに記憶しておいた関係Xを用いて求めることができる。この安全距離Lを用いてモデルM1, M2の寸法を拡大するのである。

【0008】ここで、モデルM1, M2の拡大の方向について説明する。ただし、モデルM1, M2は図4

(a) 中ではそれぞれ直方体b, aで表現されている。図4(a)において、直方体aは面A1, A2, ~, A5について、面の法線ベクトルVA1~VA5の方向に外側に向かって安全距離Lだけ移動させることによって拡大(面移動計算)を行う。尚、面A6については、例えば物体2の加工面であるとすると干渉チェックないしニアミスチェックを行う必要がないため、ここでは拡大を行わない。この拡大を実現するために、モデルの面を表すデータに法線ベクトルと拡大操作の可否を関連づけて格納しておくことにより、先の拡大演算を高速化することができる。このような例を図4に(b)に示す。拡大のための情報としては、①面の向き(どちらが物体の外側か)を表すフラグ(または法線ベクトル)、②拡大時に面と平行な方向に拡大するかどうかを表すフラグなどがある。図5(a)は、同じくモデルの拡大の例を示すものであるが、この場合は面を移動するのではなく、各頂点を必要な方向に移動させることによって拡大(点移動計算)するものである。この拡大を実現するため

に、モデルの頂点を表すデータに拡大操作を行う際の拡大の方向を例えば座標軸x, y, zのそれぞれの方向に実施するかを符号込みで格納しておくことにより、容易に計算できる。このような例を図5(b)に示す。以上のようにして、寸法を拡大されたモデルM1', M2'間にプロセッサ5を用いて干渉チェックを行うことによりニアミスチェックを行う。

【0009】このようにニアミスチェックの演算を、毎回距離の計算をすることなく、その距離分だけ拡大したモデルに対する周知の干渉チェック計算に帰着させることによって、計算時間を短縮することができる。又、この計算をする際に包絡モデルとして面の少ない簡単なモデル(図3(b)参照)を用いることによって更に計算時間を短縮することができる。この場合、計算量が少なくなるためプロセッサ5の機能を演算処理装置4に含めて装置の簡略化を図ることができる更に、ロボット1の例えば溶接ワイヤやワイヤドラム等の付属物についてこれらをモデルに含めることにより、より確度の高いニアミスチェックを行うことができる。更に、モデルを面データ単位、点データ単位で拡大することにより、一律

に拡大する場合に比べてきめ細かくもできるので、ニアミスチェックの確度を一層向上させることができる。その結果、簡単な計算機(例えば手軽に使えるパソコンコンピュータ等)を用いてニアミスチェックの演算を高速に行うことのできるロボットのニアミスチェック方法を得ることができる。尚、通常はニアミスチェック用モデル(拡大された寸法のモデル)を表示するとロボット1のモデル(包絡モデル)と重なって見にくくなるため、ニアミスチェック用モデルは表示しないようにする。但し、必要に応じて表示できるようにしておいてよい。尚、上記実施例では、安全距離Lを自動計算により求めたが、実使用に際してはこの安全距離Lを人間が設定しこれを直接用いてモデルM1, M2の寸法を拡大してもよい。尚、上記実施例では、モデルM1, M2の両方を拡大して得られた拡大モデルM1', M2'間でのニアミスチェックを行ったが、実使用に際してはいずれか一方のモデルのみを拡大してもよい。又、モデルの例えは一点又は一面だけを拡大しこれをニアミスチェックに用いてもよい。

【0010】以下、本発明について考察した結果を述べる。

(1) ロボット及び/又は物体のモデル寸法の拡大について、両者間の距離がいくらかによって接近距離(安全距離)を計算すると考えると、物体側あるいはロボット側のどちらかを拡大しても距離の算定は可能である。もちろん、距離を接分すれば、上記実施例の如く両方同時に拡大しても構わない。しかし、現実的にはモデルの構成が簡単なもの、あるいはメーカー側で予め計算しておけるもの、部分的に計算しなくてもよい部分を設定できるもの、簡単なモデルで代替できるもの、・・・というような判断基準でどちらか一方だけを拡大することが望ましい。なぜなら、両方を拡大すると計算量が減らないからである。従って、例えばロボットにより静止物体のみを扱う場合には、ロボットモデルのみを拡大することすれば良い。一方、ロボットだけでなく物体(ワーク)側をも拡大する意義は、例えば次の通りである。

①ワークの部分がガス切断などで加工されており、精度が悪いような場合
特に加工精度、組立精度の悪い部位などのみを部分的に拡大できれば、より確度の高い(きめ細かい)ニアミスチェックが可能となると言える。

②ワークの位置ずれ誤差がある場合
ワークの座標系ずれ方向を考慮しながら、部分的に拡大することができる。以上より本発明では、ニアミスチェックにロボット及び/又は物体の拡大されたモデル寸法を用いることとした。

(2) 安全距離について
安全距離の意義は例えば次の通りである。①ロボットの軌跡が変化する場合、教示データと位置指令データとが異なる場合、および計算上の位置指令データと現実に動

く軌跡とが異なる場合

(a) ウイーピング（溶接トーチの揺動運動）や、多層盛り動作などコントローラに内蔵されている機能を使うと、教示した位置データを越えて動作することがある。また、ワークを固定しているポジショナなどの回転・移動によって、ワークの位置が変化し、それに応じてロボットの制御軌跡が変化することもある。

【0011】ただし、（コントローラに内蔵されている）これらの機能を模擬して新たな動作指令データを生成し、その位置指令データなどに基づいて移動データを作成するならば、この問題は回避できる。

(b) ロボット（およびワークの）ダイナミクス（動特性）を考慮すると、慣性力などにより位置指令値と実際のロボットの軌跡とがずれることがある。この件は、モデルのダイナミクスを考慮したシミュレーションをすればわかることがあるが、計算時間がかかる。従って、上記実施例で述べた如くこれを簡略化して、移動データと安全距離との適当な関係を設定することによりこの問題を回避できる。

②ロボットやワークの位置が確定できない場合

例えば溶接線追従センサなどを用いて、いわゆるセンサフィードバック制御を行う場合、その場で軌跡指令データを生成することになり、予め動作やニアミスのチェックをすることができない。こういった部位は、適切に（統計的に）安全距離を大きくとっておけば良い。

③部位によって危険度が違う場合

部位によって危険度が異なる場合とは、ニアミスのおそれを特に少なくしたい重要な部品などがある場合であるが、これはその部品の周辺の安全距離を大きくとっておけば良い。以上より本発明ではニアミスチェックに安全距離を用いることとした。

【0012】

【発明の効果】本発明に係るロボットのニアミスチェック方法は、上記したように構成されているため、ニアミ

スチェックの演算を、毎回距離の計算をすることなく、その距離分だけ拡大したモデルに対する周知の干渉チェック計算に帰着させることによって、計算時間を短縮することができる。又、この計算をする際に包絡モデルとして面の少ない簡単なモデルを用いることによって更に計算時間を短縮することができる。この場合、計算量が少なくなるため例えばプロセッサの機能を演算処理装置に含めて装置の簡素化を図ることができる更に、ロボットの例えは溶接ワイヤやワイヤドラム等の付属物についてもこれらをモデルに含めることにより、より確度の高いニアミスチェックを行うことができる。更に、モデルを面データ単位、点データ単位で拡大することにより、一律に拡大する場合に比べてきめ細かくもできるので、ニアミスチェックの確度を一層向上させることができる。その結果、簡単な計算機（例えば手軽に使えるパソコン用コンピュータ等）を用いてニアミスチェックの演算を高速に行うことのできるロボットのニアミスチェック方法を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例に係るロボットのニアミスチェック方法による概略動作手順を示す図。

【図2】 ロボット動作シミュレーション装置Aの概略構成図。

【図3】 ロボットモデルの表示例を示す図。

【図4】 モデルの面データ単位の拡大例を示す図。

【図5】 モデルの点データ単位の拡大例を示す図。

【符号の説明】

1…ロボット

2…物体

30 D1, D1'…移動データ

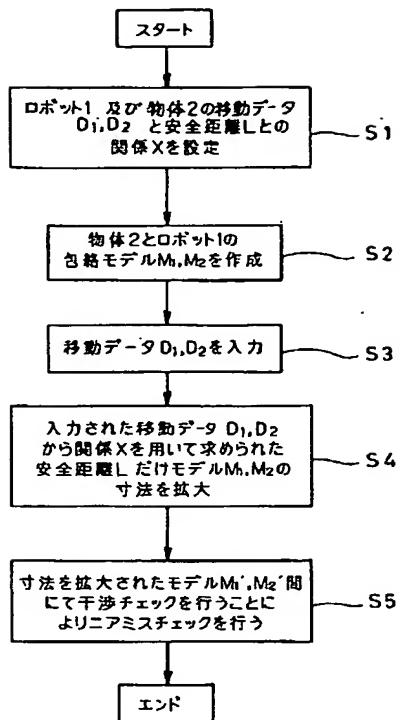
L…安全距離

X…関係

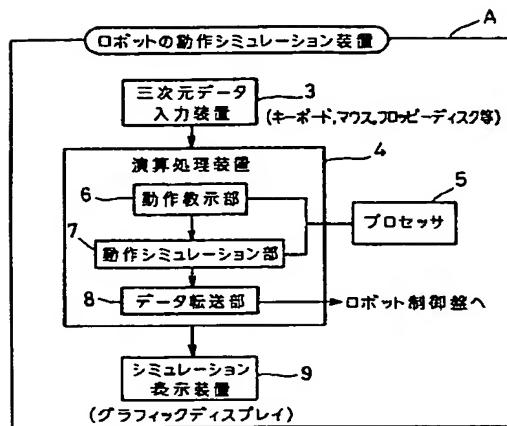
M1, M1'…ロボットのモデル

M2, M2'…物体のモデル

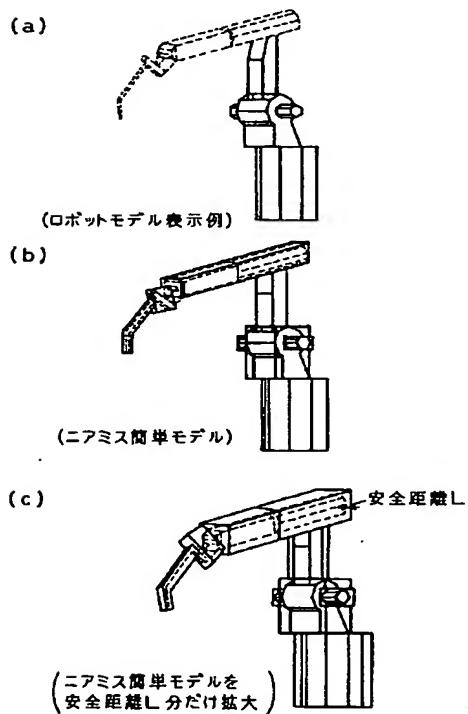
【図1】



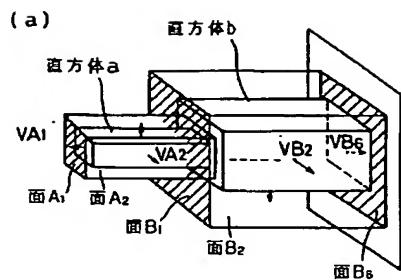
【図2】



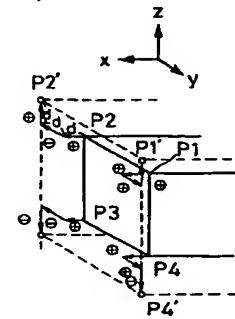
【図3】



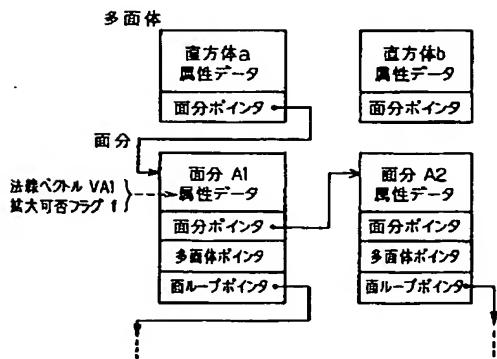
【図4】



【図5】



(b)



辺線

